

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

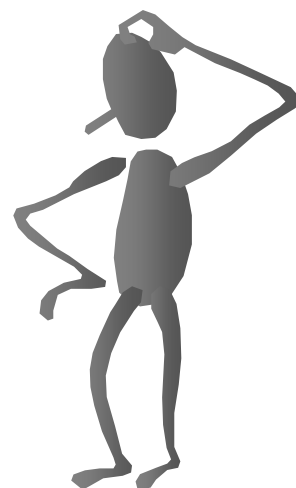
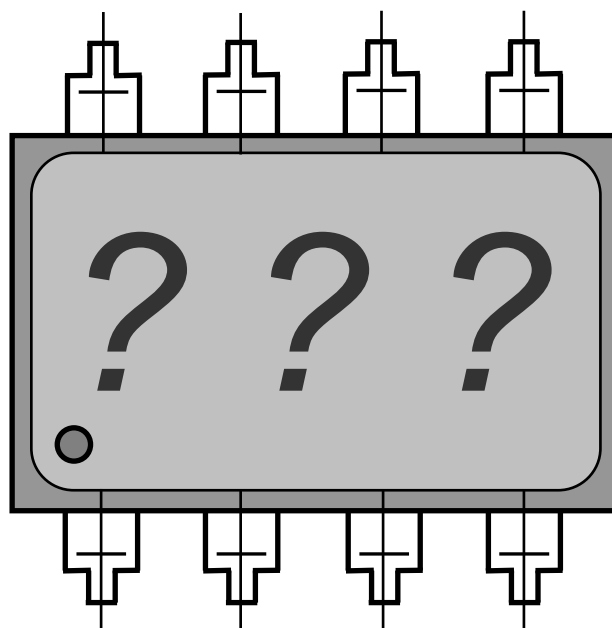


ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. Бекетова

ЕЛЕКТРОНІКА ТА МІКРОСХЕМОТЕХНІКА

Методичні вказівки
до самостійного вивчення

*(для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки
6.050702 "Електромеханіка")*



Харків – ХНУМГ – 2014

Електроніка та мікросхемотехніка: Методичні вказівки до самостійного вивчення (для студентів, усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва; уклад.: Ю. П. Колонтаєвський. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 31 с.

Укладач: доц., к.т.н. Ю. П. Колонтаєвський

Рецензент: професор, д.т.н. В. Б. Фінкельштейн

Рекомендовано кафедрою теоретичної та загальної електротехніки,
протокол № 10 від 29.05.14 р.

ВСТУП

Дані методичні вказівки створено на основі робочої програми з дисципліни «Електроніка та мікросхемотехніка». Вони призначені для студентів, які навчаються за напрямом 6.050702 «Електромеханіка» всіх форм навчання. Їх розроблено з огляду на те, що навчання відповідно до Болонського процесу за кредитно-модульної системи значну увагу приділяє самостійній роботі студентів при вивченні конкретних дисциплін.

Дисципліна «Електроніка та мікросхемотехніка» при викладанні для студентів спеціальностей, які навчаються за напрямом 6.050702 «Електромеханіка» всіх форм навчання складається з одного модуля, у якому є три змістових модулів: Змістовий модуль 1. Перетворювальні пристрої; Змістовий модуль 2. Підсилюючі пристрої; Змістовий модуль 3. Імпульсні пристрої та основи будови цифрових пристроїв.

РОЗДІЛ 1.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ.

МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни «Електроніка та мікросхемотехніка» є формування у майбутніх фахівців знань з напівпровідникових приладів та пристроїв, їхніх корпусних та інтегральних виконань, методів розрахунку, способів технічної реалізації та застосування в системах керування і в статичних перетворювачах.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Електроніка та мікросхемотехніка» є вивчення основних фізичних процесів у напівпровідниках та принципів будови і роботи основних пристроїв інформаційної та енергетичної електроніки, освоєння методів розрахунку типових електронних пристроїв, знайомство з областями застосування електронних пристроїв з виробленням умінь оцінювати техніко-економічну ефективність застосування, визначати параметри пристроїв, кваліфіковано формулювати завдання на розробку електронної апаратури та оцінювати її сумісність з іншими пристроями.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, в результаті вивчення дисципліни, студенти повинні:

знати: будову та принцип дії основних електронних приладів, їхні вольт-амперні характеристики, параметри та умовні позначення; будову та принцип дії електронних підсилювачів, генераторів імпульсів, випрямлячів, фільтрів, регуляторів; основи будови та принцип дії цифрових пристроїв;

вміти: розраховувати електронні підсилювачі низької частоти на дискретних елементах та інтегральних мікросхемах; розраховувати джерела живлення електронної апаратури, регулятори; складати електричні схеми підсилювачів, генераторів, випрямлячів, вибирати їхні елементи із довідників та каталогів; досліджувати електронні пристрої (знімати характеристики);

мати компетентності: в питаннях застосування електронних приладів та пристроїв у пристроях та системах електричного транспорту.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні фізичні процеси у напівпровідниках, будова та принцип дії напівпровідникових приладів, принципи роботи аналогових та цифрових електронних пристроїв і їхніх окремих елементів та вузлів з позиції застосування в силовій перетворювальній техніці, системах автоматики, зв'язаних з конкретною виробничою діяльністю майбутнього фахівця, а також методи розрахунку типових електронних пристроїв.

1.2 МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ В СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНІЙ СХЕМІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦЯ

Дисципліна «Електроніка та мікросхемотехніка» тісно пов'язана з електротехнічними дисциплінами, що вивчаються у вузі. Він базується на дисциплі-

нах: вища математика, фізика, теоретичні основи електротехніки, основи метрології та електричні вимірювання, інформатика і комп'ютерна техніка.

У свою чергу, ця дисципліна є базисом для вивчення дисциплін: теорія електропривода, теорія автоматичного керування, електропостачання транспорту, мікропроцесорні пристрої транспортних засобів, проектування та розробка електрообладнання транспортних засобів, автоматизований електропривод загально-промислових механізмів.

1.3 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

М1. Колонтаєвський, Ю.П. Електроніка та мікросхемотехніка (для студентів, які навчаються за напрямом "Електромеханіка") [Текст]: лабораторний практикум / Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков, О.Ф. Білоусов, – Харків, ХНАМГ, 2013. – 154 с.

М2. Електроніка і мікросхемотехніка: методичні вказівки до розрахунково-графічних робіт (для студентів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050702 - "Електромеханіка") / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 100 с.

М3. Електроніка і мікросхемотехніка: Методичні вказівки до практичних занять (для студентів, які навчаються за напрямом "Електромеханіка") [Текст] / Харк. нац. універс. міськ. госп-ва; уклад. Ю.П. Колонтаєвський, – Харків, ХНУМГ, 2014. – 38 с.

М5. Стенди з історії електроніки, елементів і приладів, зразки елементів, приладів та електронних пристроїв та їхніх вузлів.

1.4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1.4.1 БАЗОВА

Л1. Колонтаєвський, Ю.П. Електроніка і мікросхемотехніка [Текст]: Підручник: / Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков; За ред. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416 с. (також видання цього підручн. 2006 та 2007 рр.).

Л2. Колонтаєвський, Ю.П., Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум [Текст]: Навч. посіб. / Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков; За ред. А.Г. Соскова, 2-е вид. – К.: Каравела, 2004. – 432 с. (також видання цього посібн. ХНАМГ 2002 та 2004 рр.).

Л3. Руденко, В.С. Основы промышленной электроники [Текст] / В.С. Руденко, В.И Сенько, В.В. Трифонов – К.: Высшая школа, 1985. – 400 с.

Л4. Забродин, Ю.С. Промышленная электроника [Текст] / Ю.С. Забродин – М.: Высшая школа. 1982. – 384 с.

Л5. Горбачев Г.М., Чаплыгин Е.В. Промышленная электроника [Текст] / Г.М. Горбачев, Е.В. Чаплыгин – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.

Л6. Красько, А.С. Промышленная электроника [Текст] / А.С. Красько., К.Г. Скачко – Минск: Высшейшая школа, 1984. – 208 с.

1.4.2 ДОПОМІЖНА

1. Сенько, В.І. Електроніка і мікросхемотехніка [Текст]: Підручник для студентів вищ. закл. освіти, що навчаються за напрямками "Електромеханіка" та "Електротехніка": У 4-х т. /В.І. Сенько, М.В. Панасенко, Е.В. Сенько та ін.; Під ред. В.І. Сенька. – К.: ТОВ "Видавництво "Обереги", 2000.

2. Руденко, В.С. Промислова електроніка [Текст] / Руденко В.С., Ромашко В.Я., Трифонюк В.В. – К: Либідь, 1993. – 432 с.

3. Руденко, В.С. Основы промышленной электроники [Текст] / В.С. Руденко, В.И. Сенько, В.В. Трифонюк - К.: Высшая школа, 1985. – 400 с.

4. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: В 3-х т. [Текст] / Хоровиц П., Хилл У. Пер. с англ. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Мир, 1993.

5. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника [Текст]: Справочное руководство / У. Титце, К. Шенк. Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 512 с.

6. Чебовский, О.Г. Силовые полупроводниковые приборы [Текст]: Справочник /О.Г. Чебовский, Л.Г. Моисеев, 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.– 400 с.

7. Дубровский, В. В. Резисторы [Текст]: Справочник / В. В. Дубровский, Д. М. Иванов, Н. Я. Пратусевич и др.; Под. Ред. И. И. Четверикова и В. М. Терехова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Радио и связь, 1991. – 528 с.

8. Берзан, В.П. Электрические конденсаторы и конденсаторные установки [Текст]: Справочник / В.П. Берзан, Б.Ю.Геликман, М.Н.Граевский и др.; Под ред. Г.С. Кучинского. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 656 с.

9. Зайцев, А.А. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности [Текст]: Справочник / А.А. Зайцев, А.И. Миркин, В.В. Мокряков, и др.; Под ред. А.В. Голомедова. – М: Радио и связь, 1989. – 384 с.

10. Зайцев, А.А. Полупроводниковые приборы. Транзисторы средней и большой мощности [Текст]: Справочник / А.А. Зайцев, А.И. Миркин, В.В. Мокряков, и др.; Под ред. А.В. Голомедова. – М: Радио и связь, 1989. – 384 с.

11. Якубовский, С.В. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы [Текст]: Справочник /С.В. Якубовский, Л.И. Ниссельсон, В.И. Кулешова и др.; Под ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1989. – 496 с.

1.5 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. electronic.com.ua Електроніка это просто

2. www.rem-tv.odessa.ua/ssilki-txt.html Текстовые ссылки на радиотехнические ресурсы Интернет

3. electronics.ru Електроніка для всіх. Блог о електроніке

4. electronix.ru Інформаційні ресурси. Портал розробників електроніки

5. list.mail.ru Каталог

6. e-commerce.ru Інформаційно-консалтинговий центр по електронному бізнесу

РОЗДІЛ 2

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

Перетворювальні пристрої відносяться до галузі енергетичної електроніки, що займається перетворенням електричної енергії та пристроями і системами перетворення електричної енергії середньої та великої потужності. Сюди відносять перетворювачі змінного струму в постійний (випрямлячі), постійного струму в змінний (інвертори), перетворювачі частоти, регулятори і т.п.

Змістовий модуль 1 складається з десяти тем:

Тема 1. Короткий вступ в курс, роль курсу в системі освіти бакалавра-електромеханіка.

Тема 2. Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів.

Тема 3. Класифікація напівпровідникових приладів. Характеристики, параметри, області застосування.

Тема 4. Некеровані випрямлячі.

Тема 5. Стабілізатори напруги.

Тема 6. Керовані випрямлячі.

Тема 7. Системи імпульсно-фазового керування (СІФК).

Тема 8. Регулятори змінного струму.

Тема 9. Автономні інвертори.

Тема 10. Вплив вентильних перетворювачів на мережу. Електромагнітна сумісність.

Після вивчення ЗМ 1.1 студент повинен знати:

- 1) що таке електронно-дірковий перехід (р-n перехід) і його властивості;
- 2) принцип дії, основні параметри та характеристики напівпровідникових діодів, біполярних та польових транзисторів, різновидів тиристорів, області їх застосування;
- 3) елементарні положення процесу підсилення потужності електричного сигналу;
- 4) загальні відомості та класифікацію випрямлячів, їхні експлуатаційні параметри і характеристики;
- 5) будову, принцип дії однофазних та трифазних випрямлячів, основні розрахункові співвідношення;
- 6) симетричну схему множення напруги;
- 7) основні поняття про згладжуючі фільтри, їх класифікацію;
- 8) принцип роботи компенсаційних стабілізаторів напруги та струму;
- 9) особливості роботи випрямлячів на активне та активно-індуктивне навантаження;
- 10) будову і принцип дії, параметри та характеристики біполярних і польових транзисторів; області застосування транзисторів;
- 11) будову і принцип дії, параметри та характеристики тиристорів;
- 12) загальні відомості про регулятори та їх класифікацію;
- 13) принципи регулювання напруги постійного струму, будову керованого випрямляча;

- 14) експлуатаційні параметри і характеристики керованих випрямлячів;
- 15) області застосування та принцип роботи систем імпульсно-фазового керування (СІФК) з горизонтальним, вертикальним і цифровим керуванням;
- 16) будову, аналіз роботи, розрахунок регуляторів;
- 17) призначення схем запуску керованих напівпровідникових приладів в електронних ключах;
- 18) призначення та класифікацію автономних інверторів;
- 19) будову і аналіз роботи інверторів напруги на напівкерованих і повністю керованих елементах;
- 20) області застосування інверторів з використанням мікроелектронних пристроїв;
- 21) поняття про електромагнітну сумісність, вплив вентильних перетворювачів на мережу.

Залікові запитання

- 1) Поясніть механізм електропровідності напівпровідників.
- 2) Проаналізуйте процеси в р-п переході.
- 3) Дайте оцінку основним властивостям р-п переходу при прямому та зворотному вмиканнях. Наведіть та поясніть ВАХ р-п переходу.
- 4) Наведіть класифікацію напівпровідникових приладів. Вкажіть основні параметри та характеристики напівпровідникових діодів.
- 5) Поясніть специфіку перемикання диністорів. Вкажіть їхні основні параметри.
- 6) Поясніть принцип дії, характеристики й основні параметри тиристорів.
- 7) Спеціальні типи тиристорів (симістори, двоопераційні тиристори, фототиристори, оптронні тиристори). Дайте стислий аналіз параметрів.
- 8) Дайте стислу характеристику електростатичних тиристорів і запірних тиристорів з МОН-керуванням.
- 9) Дайте загальну характеристику випрямлячів, наведіть їх класифікацію.
- 10) Проаналізуйте роботу однофазних двопівперіодних випрямлячів на активне навантаження на прикладі схеми з нульовим виводом.
- 11) Проаналізуйте роботу однофазних двопівперіодних випрямлячів на активне навантаження на прикладі мостової схеми.
- 12) Проаналізуйте роботу трифазного випрямляча з нульовим виводом на активне навантаження (схема Міткевича).
- 13) Проаналізуйте роботу трифазного мостового випрямляча на активне навантаження (схема Ларіонова).
- 14) Дайте стислу характеристику основних типів пасивних згладжуючих фільтрів. Наведіть особливості роботи фільтрів.
- 15) Проаналізуйте роботу однофазних двопівперіодних схем випрямлячів на активно-індуктивне навантаження.
- 16) Поясніть будову та принцип дії біполярних транзисторів.
- 17) Проаналізуйте статичні ВАХ біполярних транзисторів для різних схем вмикання.
- 18) Дайте оцінку основним режимам роботи біполярних транзисторів.

- 19) Поясніть, які транзистори називають складеними.
- 20) Вкажіть які транзистори і чому називають польовими.
- 21) Поясніть будову та принцип дії польових транзисторів з керуючим р-п перехоном і каналом n-типу.
- 22) Дайте стислу характеристику польових транзисторів з ізольованим затвором (МДН-транзисторів).
- 23) Дайте стислу характеристику СІТ-транзисторів та біполярних транзисторів з ізольованим затвором (БТІЗ).
- 24) Поясніть специфіку перемикачів диністорів. Вкажіть їхні основні параметри.
- 25) Поясніть принцип дії, характеристики й основні параметри тиристорів.
- 26) Дайте стислий аналіз спеціальних типів тиристорів (симістори, двоопераційні тиристори, фототиристори, оптронні тиристори).
- 27) Дайте стислу характеристику електростатичних тиристорів і запірних тиристорів з МОН-керуванням (GCT-тиристори).
- 28) Вкажіть методи регулювання напруги постійного струму та проаналізуйте їх.
- 29) Дайте загальну характеристику регуляторів та наведіть їх класифікацію.
- 30) Дайте загальну характеристику та вкажіть призначення систем імпульсно-фазового керування (СІФК) та проаналізуйте роботу СІФК з горизонтальним керуванням.
- 31) Проаналізуйте СІФК з вертикальним та цифровим керуванням.
- 32) Проаналізуйте роботу різних схем силової частини однофазних регуляторів змінного струму при роботі на активне навантаження.
- 33) Проаналізуйте роботу схем силової частини однофазних регуляторів змінного струму на активно-індуктивне навантаження.
- 34) Дайте загальну характеристику автономних інверторів, наведіть їх класифікацію та призначення, проаналізуйте роботу однофазних інверторів струму.
- 35) Проаналізуйте роботу півмостового однофазного інвертора напруги.
- 36) Проаналізуйте роботу випрямлячів з багатократним перетворенням.
- 37) Проаналізуйте вплив перетворювальних пристроїв на мережу.
- 38) Проаналізуйте роботу та вкажіть призначення інверторів, ведених мережею.

План-графік самостійного вивчення ЗМ 1 наведено у табл. 2.1.

Після вивчення ЗМ 1 максимальний процент набраних балів складає 30 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля у повному обсязі, виконати і захистити лабораторні роботи № 6, 7 та розрахунково-графічні роботи РГР Ч. 6, Ч. 8.

Таблиця 2.1 – План-графік самостійного вивчення змістового модуля 1.
Перетворювальні пристрої

Номер тижня	Номер навчального елемента	Питання, що вивчаються	Аудиторні навчальні заняття			Індивідуальні завдання		Самостійна робота студентів		Форма контролю
			Лекції (год.)	ЛР (год.)	ПЗ (год.)	РГР	Обсяг (год.)	Навчально-методична література	Обсяг (год.)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Тема 1	Коротке введення в курс. Роль курсу в системі освіти бакалавра-електромеханіка. Значення електроніки для народного господарства. Відомості з історії розвитку електроніки. Основні напрями електроніки.	1	-	-	-	-	[Л1], [Л2] Вступ, пп. 1.1	1	Опитування по заліковим запитанням
	Тема 2	Загальні відомості про напівпровідники. Структура і фізичні основи роботи <i>p-n</i> переходу, його ВАХ. Методи створення <i>p-n</i> переходу	1					[Л1], [Л2] пп. 1.2	2	
2-4	Тема 3	Класифікація напівпровідникових приладів. Напівпровідникові діоди, їхні основні параметри. Система позначень. Стабілітрони. Фото- і світлодіоди. Оптрони. Варикапи.	5	-	4	-	-	[Л1], [Л2] пп. 2.1-2.3 [М3] ПЗ 1	4	
4-6	Тема 4	Загальні відомості про перетворювальні пристрої. Випрямлячі (призначення і склад). Однофазні випрямлячі при роботі на активне навантаження. Схеми множення напруги. Трифазні випрямлячі (схема Міткевича). Трифазні випрямлячі (схема Ларіонова). Зовнішня характеристика випрямлячів. Згладжуючі фільтри. Робота однофазного двопівперіодного випрямляча на ємнісне й індуктивне навантаження. Розрахунок малопотужного однофазного випрямляча.	4	ЛР6 4 ЛР7 4	3	РГР Ч. 6	5	[Л1], [Л2] пп. 9.1-9.5, 9.5.1, 9.5.2, 9.6.1-9.6.3, 9.7 [М1] ЛР6, ЛР7 [М2] Ч. 6 [М3] ПЗ 2	12	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт та РГР

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Тема 5	Стабілізатори напруги.	1	2	1	-	-	[Л1], [Л2] пп.9.8 [М1] ЛР6	1	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
7	Тема 6	Будова і принцип дії транзисторів: біполярного та польових з керуючим <i>p-n</i> переходом і з ізольованим затвором. Будова і принцип дії тиристора, його ВАХ Види тиристорів. Особливості комутації. Основні параметри тиристорів. Система позначень. Широтно-імпульсні регулятори. Керовані випрямлячі. Регульовальна характеристика.	2	ЛР6 2	2	-	-	[Л1], [Л2] пп. 2.4- 2.6,2.10 [М1] ЛР6	6	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
8	Тема 7	Системи імпульсно-фазового керування (СІФК).	2	-	2	-	-	[Л1], [Л2] пп. 9.11, 10.2 [М1] ЛР6	2	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
9	Тема 8	Регулятори змінного струму. Тиристорний регулятор змінного струму і його розрахунок.	1	-	3	РГР Ч. 8	4	[Л1], [Л2] пп. 10 [М2] Ч. 8 [М3] ПЗ 3	5	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт та РГР

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9-10	Тема 9	Автономні інвертори.	2	ЛР7 2	1	-	-	[Л1], [Л2] пп. 11 [М1] ЛР7 [М3] ПЗ 3	3	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
10	Тема 10	Вплив вентильних перетворювачів на мережу. Електромагнітна сумісність.	1	-	-	-	-	[Л1], [Л2] пп. 12	2	Опитування по заліковим запитанням

РОЗДІЛ 3

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПІДСИЛЮЮЧІ ПРИСТРОЇ

Підсилюючі пристрої відносяться до галузі інформаційної електроніки, що складає основу електронно-обчислювальної, інформаційно-вимірювальної техніки та пристроїв автоматики. До неї належать електронні пристрої одержання, опрацювання та зберігання інформації, пристрої керування різними об'єктами та технологічними установками.

Підсилюючі пристрої (підсилювачі), як правило, забезпечують підсилення сигналів напруги змінного і постійного струмів, що отримують від датчиків різного типу (зазвичай, перетворювачів неелектричних сигналів у електричні), до потужності, необхідної для роботи виконавчих пристроїв.

Змістовий модуль 2 складається з семи тем:

Тема 11. Загальні відомості про підсилювачі напруги змінного струму.

Тема 12. Каскади попереднього підсилення на біполярних та польових транзисторах.

Тема 13. Багатокаскадні підсилювачі.

Тема 14. Загальні відомості про підсилювачі постійного струму.

Тема 15. Диференціальні підсилюючі каскади, їхні схеми, принцип дії.

Тема 16. Операційні підсилювачі: будова, параметри.

Тема 17. Електронні пристрої на операційних підсилювачах.

Після вивчення ЗМ 1.1 студент повинен знати:

- 1) класифікацію підсилювачів, їхні основні параметри і характеристики;
- 2) схеми, принцип дії та методи розрахунку каскадів попереднього підсилення напруги змінного струму;
- 3) багатокаскадні підсилювачі: схеми, принцип дії, методи розрахунку;
- 4) області застосування підсилювачів напруги змінного струму.
- 5) області застосування підсилювачів постійного струму;
- 6) основні параметри та характеристики підсилювачів постійного струму;
- 7) типи підсилювачів постійного струму на біполярних транзисторах;
- 8) будову і властивості операційних підсилювачів;
- 9) типові електронні пристрої на операційних підсилювачах.

Залікові запитання

1. Підсилювачі. Наведіть загальні відомості про них і дайте класифікацію.
2. Вкажіть основні параметри та характеристики підсилювачів та проаналізуйте роботу підсилюючого каскаду зі спільним колектором (СК).
3. Проаналізуйте класи (режими) роботи підсилювачів та роботу підсилюючого каскаду зі спільною базою (СБ).
4. Покажіть і проаналізуйте основні принципи будови підсилювачів.
5. Кола зміщення підсилювачів. Покажіть їх необхідність і проаналізуйте роботу.
6. Проаналізуйте роботу кіл температурної стабілізації режиму спокою підсилювачів.

7. Проаналізуйте роботу підсилюючого каскаду з СЕ.
8. Проаналізуйте роботу підсилюючих каскадів з СК (емітерного повторювача) і з СБ.
9. Проаналізуйте роботу підсилюючого каскаду з СВ.
10. Поясніть, для чого застосовують зворотні зв'язки в підсилювачах.
11. Доведіть, в яких випадках необхідно застосовувати багатокаскадні підсилювачі. Проаналізуйте роботу підсилювачів з резистивно-ємнісними зв'язками.
12. Проаналізуйте роботу та призначення багатокаскадних підсилювачів з трансформаторними зв'язками.
13. Проаналізуйте роботу безтрансформаторних вихідних каскадів підсилення.
14. Дайте стислу характеристику ІМС (гібридних та напівпровідникових). Вкажіть переваги підсилювачів у інтегральному виконанні.
15. Поясніть, які проблеми виникають при підсиленні сигналів напруги постійного струму?
16. Вкажіть основні особливості будови підсилювачів постійного струму.
17. Дайте загальну характеристику операційних підсилювачів (ОП).
18. Наведіть основні параметри і характеристики ОП.
19. Проаналізуйте роботу підсилювачів прямого підсилення.
20. Проаналізуйте роботу балансних підсилювачів постійного струму.
21. Проаналізуйте роботу диференційних ППС та підсилювачів з подвійним перетворенням.
22. Проаналізуйте роботу підсилювачів на ОП.
23. Проаналізуйте роботу інвертуючого суматора, інтегратора та диференціатора на ОП.

План-графік самостійного вивчення ЗМ 2 наведено у таблиці 3.1.

Після вивчення ЗМ 2 максимальний процент набраних балів складає 30 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля у повному обсязі, виконати і захистити лабораторні роботи №№ 1-3 та розрахунково-графічні роботи РГР Ч. 1, Ч. 2.

Таблиця 3.1 – План-графік самостійного вивчення змістового модуля 2.
Підсилюючі пристрої

Номер тижня	Номер навчального елемента	Питання, що вивчаються	Аудиторні навчальні заняття			Індивідуальні завдання		Самостійна робота студентів		Форма контролю
			Лекції (год.)	ЛР (год.)	ПЗ (год.)	РГР	Обсяг (год.)	Навчально-методична література	Обсяг (год.)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	Тема 11	Загальні відомості про підсилювачі напруги змінного струму	1	-	2	-	-	[Л1], [Л2] пп. 3.1-3.4 [М3] ПЗ 4	4	Опитування по заліковим запитанням
11-12	Тема 12	Каскади попереднього підсилення. Ланцюги зсуву. Термостабілізація режиму спокою. Каскади за схемою з СЕ, з СК, з СВ. Підсилювачі в інтегральному виконанні. ІМС. Зворотні зв'язки в підсилювачах.	2	ЛР1 6	4	РГР Ч. 1	5	[Л1], [Л2] пп. 3.7, 3.8 [М1] ЛР1 [М2] Ч. 1 [М3] ПЗ 4	10	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт та РГР
12	Тема 13	Багатокаскадні підсилювачі. Підсилювачі з резистивно-ємнісними зв'язками. Вихідні каскади підсилення. Розрахунок підсилювача низької частоти.	1	ЛР2 4	2	РГР Ч. 2	5	[Л1], [Л2] пп. 3.9 [М1] ЛР2 [М2] Ч. 2 [М3] ПЗ 4	4	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт та РГР

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	Тема 14	Підсилювачі постійного струму. АЧХ ППС. Безпосередній зв'язок. Дрейф нуля.	1	-	2	-	-	[Л1], [Л2] пп.4.1, 4.2 [М3] ПЗ 5	2	Опитування по заліковим запитанням
13	Тема 15	Балансний підсилювач. Диференційний підсилювач.	1	-	-	-	-	[Л1], [Л2] пп. 4.3-4.5	2	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
14	Тема 16	Операційні підсилювачі. Передатна характеристика ОП. Параметри ідеального і реального ОП.	1	ЛРЗ 1	2	-	-	[Л1], [Л2] пп. 4.6.1 [М1] ЛРЗ [М3] ПЗ 5	4	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
14-15	Тема 17	Інвертуючий підсилювач. Неінвертуючий підсилювач. Підсилювач-віднімач. Суматор. Формуючі RC-ланцюжки. Інтегратор і диференціатор на ОП. Компаратори напруги. Прецизійний випрямляч. Підсилювач змінного струму з однополярним живленням. Збільшення вихідної потужності ОП. Приклад реалізації СІФК тиристорного регулятора на ОП.	3	ЛРЗ 5	2	-	-	[Л1], [Л2] пп. 4.6.2-4.6.12 [М1] ЛРЗ [М3] ПЗ 5	18	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт

РОЗДІЛ 4

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ІМПУЛЬСНІ ПРИСТРОЇ ТА ОСНОВИ БУДОВИ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ

Імпульсні та цифрові пристрої також відносяться до галузі інформаційної електроніки. Імпульсні пристрої забезпечують формування та генерацію імпульсів, цифрові – забезпечують обробку інформації, представленої у вигляді двійкових кодів.

Змістовий модуль 3 складається з чотирьох тем тем:

Тема 18. Імпульсні пристрої.

Тема 19. Алгебра логіки. Реалізація простих логічних функцій.

Тема 20. Цифрові мікроелектронні пристрої з жорсткою логікою.

Тема 21. Програмовані цифрові пристрої (мікропроцесорні пристрої).

Після вивчення ЗМ 3 студент повинен знати:

- 1) загальні відомості про імпульсні пристрої;
- 2) параметри імпульсів та імпульсної послідовності;
- 3) переваги імпульсних режимів порівняно з безперервними режимами;
- 4) найпростіші схеми формування імпульсів та типи електронних ключів;
- 5) області застосування та режими роботи мультівібраторів;
- 6) схеми мультівібраторів на біполярних транзисторах та на операційних підсилювачах, області їх застосування;
- 7) загальні відомості про тригери та області їх застосування;
- 8) принцип дії цифрових мікроелектронних пристроїв та області їх застосування;
- 9) мікропроцесорні пристрої: загальні поняття і структура; особливості роботи і використання мікропроцесора.

Залікові запитання

1. Вкажіть параметри імпульсних сигналів та проаналізуйте найпростіші схеми формування імпульсів.
2. Проаналізуйте основні режими роботи мультівібраторів, вкажіть їх області застосування. Поясніть роботу мультівібратора на операційних підсилювачах у чекаючому режимі.
3. Проаналізуйте роботу одновібратора з колекторно-базовими зв'язками. Наведіть основні розрахункові співвідношення.
4. Проаналізуйте роботу мультівібратора з колекторно-базовими зв'язками у автоколивальному режимі. Наведіть основні розрахункові співвідношення.
5. Охарактеризуйте роботу мультівібраторів на операційних підсилювачах у автоколивальному режимі. Наведіть основні розрахункові співвідношення.
6. Охарактеризуйте роботу мультівібраторів на операційних підсилювачах у чекаючому режимі. Наведіть основні розрахункові співвідношення.
7. Проаналізуйте роботу блокінг-генератора у автоколивальний режимі.

8. Проаналізуйте роботу двотактного блокінг-генератора.
9. Проаналізуйте основні логічні функції і вкажіть логічні елементи, що їх реалізують.
10. Алгебра логіки. Дайте загальну характеристику. Запишіть основні тотожності.
11. Тригери: Дайте загальну характеристику; проаналізуйте роботу тригерів на логічних елементах (RS-тригер, D-тригер, T-тригер, JK-тригер).
12. Проаналізуйте будову і роботу мультівібраторів та одновібраторів на логічних елементах і тригерах.
13. Дайте загальну характеристику цифрових логічних пристроїв мікроелектроніки. Поясніть принципи будови лічильників імпульсів.
14. Дайте загальну характеристику регістрів, дешифраторів, мультиплексорів. Наведіть приклади їх застосування.
15. Проаналізуйте будову і принцип дії цифро-аналогових (ЦАП) і аналогово-цифрових (АЦП) перетворювачів.
16. Які цифрові пристрої називають пристроями з жорсткою логікою. наведіть приклади.
17. Які цифрові пристрої називають пристроями з програмованою логікою. наведіть приклади.

План-графік самостійного вивчення ЗМ 3 наведено у таблиці 4.1.

Після вивчення ЗМ 3 максимальний процент набраних балів складає 10 % . При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля у повному обсязі, виконати і захистити лабораторні роботи №№ 4, 5.

Таблиця 4.1 – План-графік самостійного вивчення змістового модуля 3.
Імпульсні пристрої та основи будови цифрових пристроїв

Номер тижня	Номер навчального елемента	Питання, що вивчаються	Аудиторні навчальні заняття			Індивідуальні завдання		Самостійна робота студентів		Форма контролю
			Лекції (год.)	ЛР (год.)	ПЗ (год.)	РГР	Обсяг (год.)	Навчально-методична література	Обсяг (год.)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	Тема 18	Імпульсні пристрої (загальні відомості). Форма і параметри імпульсів та їхньої послідовності. Електронні ключі в імпульсних пристроях. Мультивібратор з колекторно-базовими зв'язками. Поліпшення форми імпульсів мультивібратора. Регулювання частоти і шпаруватості імпульсів Мультивібратори на ОП і цифрових ІМС. Одновібратор на ОП. Блокінг-генератори.	2	ЛР4 4	2	-	-	[Л1], [Л2] пп. 5 [М1] ЛР5 [М3] ПЗ 6	4	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
17	Тема 19	Двійкові змінні і функції. Комбінаційні пристрої (загальні відомості). Логічні функції та елементи НІ, АБО, І, АБО-НІ, І-НІ.	2	ЛР5 2	-	-	-	[Л1], [Л2] пп. 6 [М1] ЛР5 [М3] ПЗ 7	2	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт
18	Тема 20	Реалізація комбінаційних пристроїв на логічних елементах. Дешифратори. Мультиплексори. Послідовнісні пристрої (загальні відомості). Таблиця переходів. Тригери RS, D, T, JK. Мікроелектронні цифрові пристрої і системи. Лічильники імпульсів. Регістри.	1	ЛР5 2	2	-	-	[Л1], [Л2] пп. 7, 8.1-8.6 [М1] ЛР5 [М3] ПЗ 7	4	Опитування по заліковим запитанням та опитування при прийомі лабораторних робіт

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	Тема 21	Програмовані цифрові пристрої (мікропроцесорні пристрої керування, контролери). Підведення підсумків вивчення курсу.	1	-	2	-	-	[Л1], [Л2] пп.8.10 [М3] ПЗ 7	4	Опитування по заліковим запитанням

РОЗДІЛ 5

ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

Нижче наведено типові задачі, що дозволяють глибше вивчити теоретичний матеріал, представлений в змістових модулях.

ЗАДАЧА № 1

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 5.1) і виберіть за допомогою табл. 5.1 відповідний тип діода, якщо відомо, що в резисторі опір навантаження $R_H = 25 \text{ Ом}$, випрямлений струм $I_d = 2000 \text{ мА}$. Визначте також значення коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайдіть значення коефіцієнта трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_1 = 220 \text{ В}$ (вважати, що прямий опір діодів $R_{np} = 0$).

Таблиця. 5.1 - Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	КД202Г
$I_{ПР.СР.МАКС}, \text{ мА}$	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{ОБР.МАКС.}, \text{ В}$	50	100	200	800	400	100	200	400	100

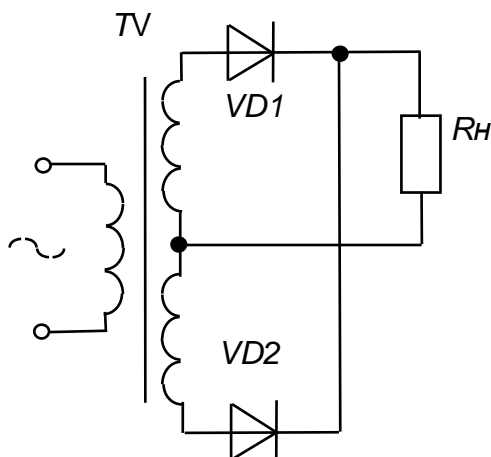


Рис. 5.1

ЗАДАЧА № 2

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 5.2) і виберіть за допомогою таблиці 5.2 відповідний тип діода, якщо відомо, що опір навантаження $R_H = 25 \text{ Ом}$, випрямлений струм $I_d = 2000 \text{ мА}$. Визначте також значення коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайдіть значення коефіцієнту трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_1 = 220 \text{ В}$ (вважати, що прямий опір діодів $R_{np} = 0$).

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	КД202Г
$I_{ПР.СР.МАКС}, \text{мА}$	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{ОБР.МАКС.}, \text{В}$	50	100	200	800	400	100	200	400	100

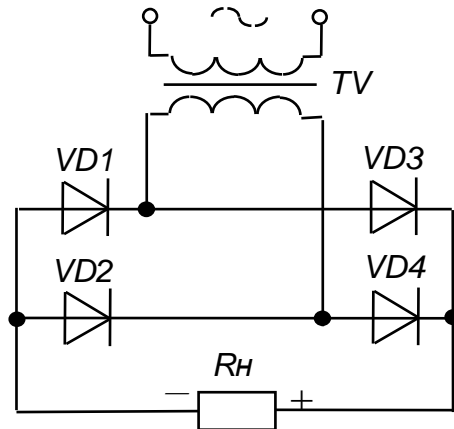


Рис. 5.2

ЗАДАЧА № 3

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 5.3) і виберіть за допомогою таблиці 5.3 відповідний тип діода, якщо відомо, що опір навантаження $R_n = 600 \text{ Ом}$, випрямлений струм $I_d = 75 \text{ мА}$. Визначте також значення коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайдіть значення коефіцієнта трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_{1л} = 380 \text{ В}$ (вважати, що прямий опір діодів $R_{np} = 0$).

Таблиця 5.3 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	КД202Г
$I_{ПР.СР.МАКС}, \text{мА}$	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{ОБР.МАКС.}, \text{В}$	50	100	200	800	400	100	200	400	100

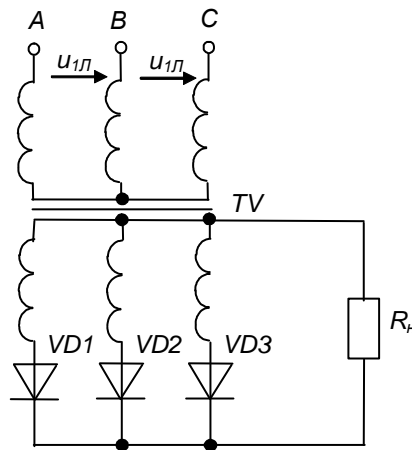


Рис. 5.3

ЗАДАЧА № 4

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 5.4) і виберіть за допомогою таблиці 5.4 відповідний тип діода, якщо відомо, що в резисторі навантаження опір $R_H = 50 \text{ Ом}$, випрямлений струм $I_d = 1200 \text{ мА}$. Визначити також величину коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайти значення коефіцієнта трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_{1л} = 380 \text{ В}$ (вважати, що прямий опір діодів $R_{np} = 0$).

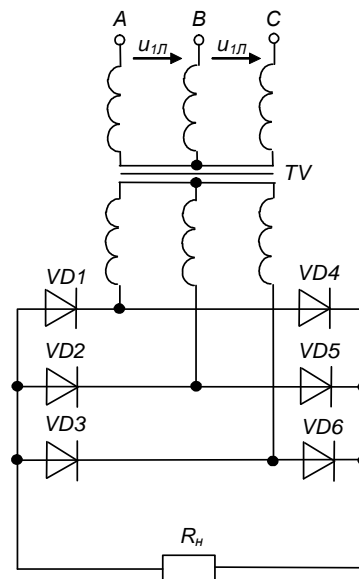


Рис. 5.4

Таблиця 5.4 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	КД202Г
$I_{ПР.СР.МАКС}, \text{ мА}$	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{ОБР.МАКС.}, \text{ В}$	50	100	200	800	400	100	200	400	100

ЗАДАЧА № 5

Визначте значення опорів зворотного зв'язку для інвертуючого (рис. 5.5.1) і неінвертуючого (рис. 5.5.2) підсилювачів, якщо відомо, що опір R_1 дорівнює 1,8 кОм, вхідна напруга $U_{вх}$ складає 10 мВ, а напруга на виході підсилювачів $U_{вих1} = -4,5$ В; $U_{вих2} = 5,5$ В. Знайти значення струму I_{33} .

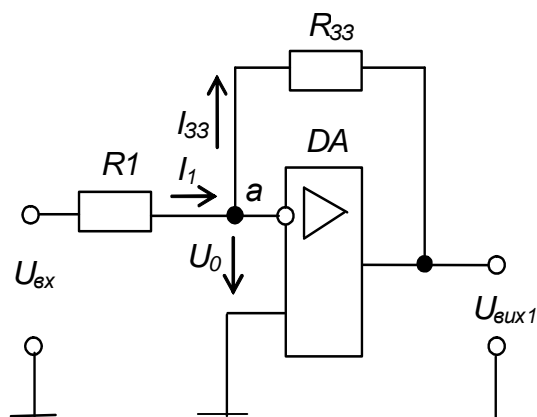


Рис. 5.5.1 – Інвертуючий підсилювач на ОП

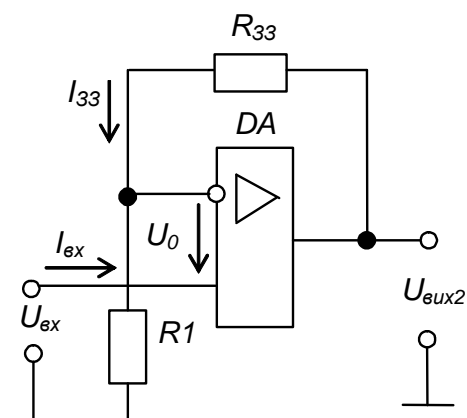


Рис. 5.5.2 – Неінвертуючий підсилювач на ОП

ЗАДАЧА № 6

Визначте частоту коливань f симетричного мультівібратора (рис. 5.6). Знайдіть мінімальне значення базового струму, при якому біполярний транзистор переходить в режим насичення. Вказати контур, по якому забезпечується перезаряд конденсатора C_1 . Як зміниться частота мультівібратора, якщо напруга живлення E_K зросте вдвічі? Вихідні дані для розрахунку представлено в таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Вихідні дані для розрахунку

E_K , В	$C_1=C_2=C$, мкФ	R_K , кОм	R_0 , кОм	$\beta_{ст}$
20	2	2	100	100

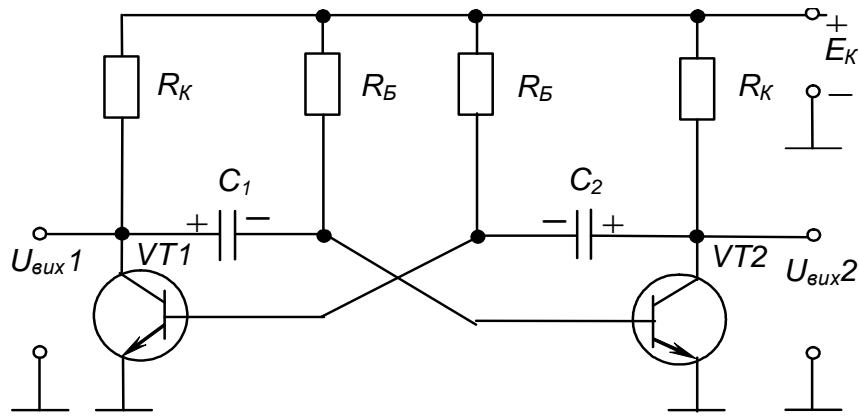


Рис. 5.6

ЗАДАЧА № 7

Визначте частоту коливань f симетричного мултивібратора на ОП (рис. 5.7). Вкажіть контур, по якому забезпечується перезаряд конденсатора C_1 , а також контур зворотного зв'язку. Як зміниться частота мултивібратора, якщо напруга живлення зросте у 2 рази, якщо ємність C_1 зменшиться вдвічі?

Таблиця 5.6 – Вихідні дані для розрахунку

$E_{ж}, В$	$C_1, мкФ$	$R_1, кОм$	$R_2, кОм$	$R, кОм$
10	0,1	39	82	10

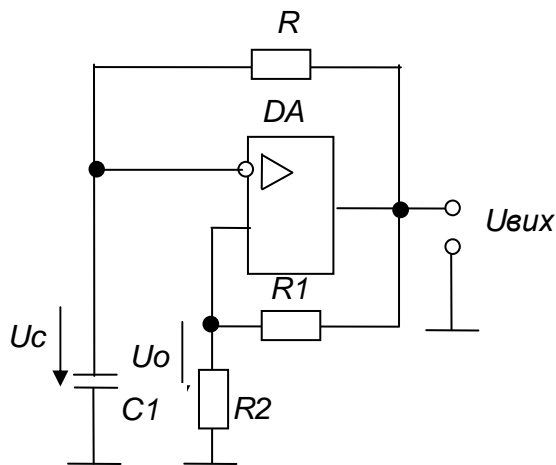


Рис. 5.7

ЗАДАЧА № 8

Визначте тривалість імпульсу, генерованого одновібратором (рис. 5.8), вкажіть контур, по якому забезпечується заряд конденсатора C_1 , покажіть також контур, який забезпечує запуск одновібратора. Як зміниться частота одновібратора, якщо напруга живлення зросте у 2 рази, якщо ємність C_1 зменшиться вдвічі?

Таблиця. 5.7 – Вихідні дані для розрахунку

R , кОм	$C1$, мкФ	$R1$, кОм	$R2$, кОм
12	0,1	100	120

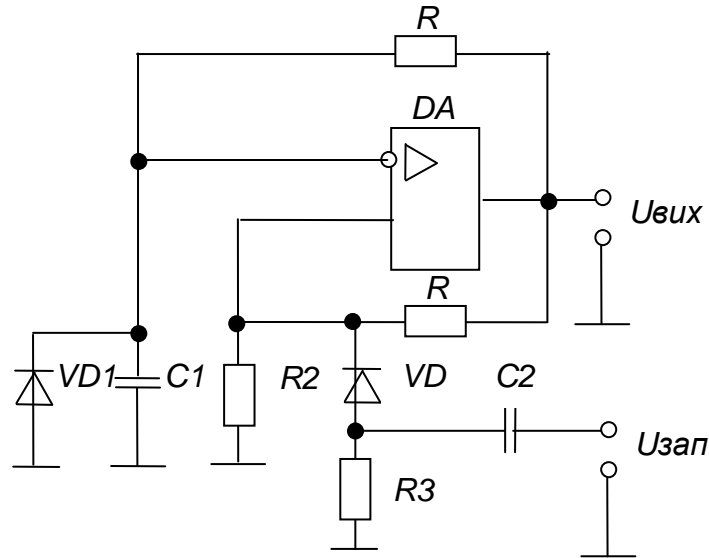


Рис. 5.8

ЗАДАЧА № 9

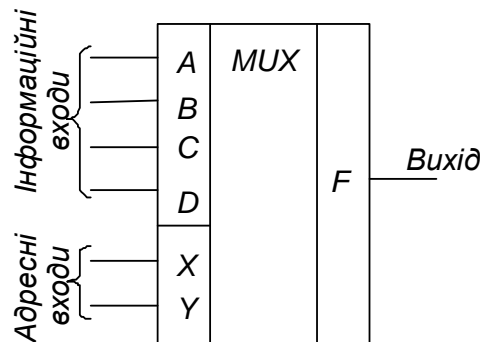


Рис. 5.9

Логічна функція, що реалізується мультиплексором, схему якого наведено нижче, така:

$$F = Axy + B\bar{x}y + C\bar{x}\bar{y} + Dx\bar{y}$$

Наведіть таблицю істинності цього мультиплексора. Скільки входів можна підключити до мультиплексора, що має 3 адресні входи?

ЗАДАЧА № 10

Запишіть логічну функцію F , на основі якої було реалізовано наступний цифровий пристрій:

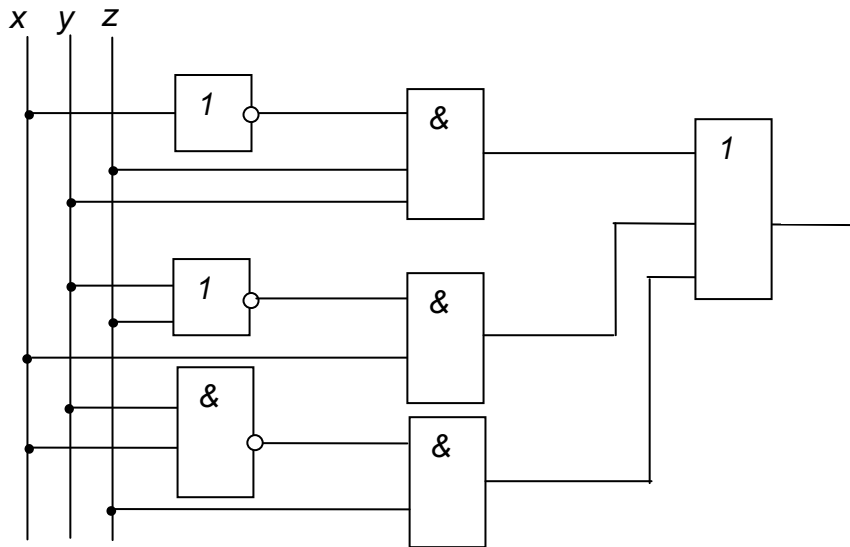


Рис. 5.10

ЗАДАЧА № 11

Синтезуйте схему цифрового пристрою на логічних елементах, що реалізує логічну функцію:

$$F = \overline{x}yz + x(\overline{y + z}) + \overline{x}yz$$

РОЗДІЛ 5

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Таблиця 5.1 – Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою для екзамену	Оцінка за шкалою ЄКТС
90-100	відмінно	A
82-89	добре	B
74-81		C
64-73	задовільно	D
60-63		E
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	Fx
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Відповідь студента оцінюється за національною шкалою «**відмінно**» або за шкалою ECTS «**A**», якщо він при вивченні модуля набрав більше 90 – 100 включно балів та:

- вільно володіє програмним матеріалом;
- послідовно дає логічні відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- правильно розв'язав практичну задачу;
- вільно відповідає на додаткові запитання;
- грамотно використовує знання теоретичного матеріалу при розв'язанні практичних задач;
- володіє логічним мисленням;
- вільно застосовує ЕОМ при розв'язанні практичних задач.

Відповідь студента оцінюється «**добре**» або «**B**», якщо він набрав більше 82 – 89 включно балів та:

- твердо володіє програмним матеріалом;
- грамотно і логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;

- при викладенні матеріалу припускається тільки деяких помилок з другорядних запитань;
- правильно відповідає на додаткові запитання;
- правильно розв'язав практичну задачу;
- впевнено працює з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється **«добре»** або **«С»**, якщо він набрав більше 74 – 81 включно балів та:

- твердо володіє програмним матеріалом;
- грамотно і логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- при викладенні матеріалу припускається помилок з другорядних запитань;
- правильно відповідає на додаткові запитання;
- правильно розв'язав практичну задачу, але допустив помилки у одиницях вимірювання або чисто математичні помилки; вміє використовувати готові програмні матеріали при розв'язанні практичних задач.

Відповідь студента оцінюється **«задовільно»** або **«D»**, якщо він набрав більше 64 – 73 включно балів та:

- твердо володіє основним програмним матеріалом;
- припускає деякі неточності у формулюваннях та виводах основних залежностей;
- невпевнено відповідає на додаткові запитання;
- правильно, але не до кінця розв'язано задачу;
- вміє працювати з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється **«задовільно»** або **«E»**, якщо він набрав більше 60 – 63 включно балів та:

- недостатньо твердо володіє основним програмним матеріалом;
- допускає неточності при формулюванні основних залежностей;
- не до кінця розв'язано задачу;
- має слабкі навички роботи з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється **«незадовільно з можливістю повторного складання»** або **«FX»**, якщо він набрав більше 35 – 59 включно балів та:

- слабо володіє основним програмним матеріалом;
- допускає грубі помилки при формулюванні, визначенні і виводі основних залежностей;

- на додаткові запитання не відповідає або відповідає невпевнено і неправильно;
- практичну задачу не розв'язано;
- навички роботи з ЕОМ слабкі.

Відповідь студента оцінюється **«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни»** або **«F»**, якщо він набрав від 0 до 34 включно балів та:

- не володіє основним програмним матеріалом;
- навички роботи з ЕОМ слабкі.

Навчальне видання

ЕЛЕКТРОНІКА ТА МІКРОСХЕМОТЕХНІКА

Методичні вказівки
до самостійного вивчення

*(для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки
6.050702 "Електромеханіка")*

Укладач: **КОЛОНТАЄВСЬКИЙ** Юрій Павлович

Відповідальний за випуск доц., к.т.н. *Ю. П. Колонтаєвський*

За авторською редакцією

Дизайн обкладинки *Ю. П. Колонтаєвського*

Комп'ютерне верстання *Ю. П. Колонтаєвського*

План 2014, поз. 222М

Підп. до друку 16.10.2014 р.
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60 x 84 /16
Ум. друк. арк. 1,8
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.